

基于桥梁健康监测的数据库系统设计研究

杨锦园¹,李艳灵²

(1.湖北师范学院 控制科学与工程系,湖北 黄石 435000;

2.信阳师范学院 计算机科学系,河南 信阳 464000)

摘要:OLAP是数据仓库的一个最典型的应用,它能够展现多维数据视图。同时,还提供了较直观的多维分析操作,使得能够多角度、多层次地观察数据仓库中的数据。介绍了OLAP技术的特征和概念,分析研究了运用ADO MD建立OLAP数据仓库,运用JavaBean构建数据库远程管理系统的核心技术,并以某大型斜拉桥的长期健康监测数据系统为研究背景,给出了桥梁健康监测数据库系统的设计方案。

关键词:桥梁健康监测;OLAP;JSP;远程管理

中图分类号:TP311

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2007)12-0213-04

Research and Design of Database System for Bridge Healthy Monitoring System

YANG Jin-yuan¹, LI Yan-ling²

(1. Department of Control Science & Engineering, Hubei Normal University, Huangshi 435000, China;

2. Department of Computer Science, Xinyang Normal University, Xinyang 464000, China)

Abstract: On-line analytical processing (OLAP) is a classical application of data warehousing for the interactive analysis of multidimensional data of varied granularities. Moreover, OLAP supports some multidimensional analytical operations, such as slice, dice, roll-up, drill-down and rotate, which provide users with the flexibility to view data from different perspectives. Introduces the characters and concept of data warehouse, OLAP and JSP. The OLAP system based on ADO MD and database remote management based on javabean are studied. The design schema of database system for bridge healthy monitoring system of one large-scale bridge is given in the paper.

Key words: bridge healthy monitoring; OLAP; JSP; remote management

0 前言

对大型桥梁结构进行健康监测是指对运营阶段的桥梁结构及其工作环境进行实时监测,并根据监测得到的信息分析结构的健康状况、评价桥梁承受静、动荷载的能力以及结构的安全可靠性,为运营、维护、管理提供决策依据。

桥梁健康监测系统一般由数据库系统和结构健康状况与安全评估系统这两个子系统组成,而数据库系统在整个监测系统中起着承前启后的作用。它不但为各种各样的复杂的监测数据提供集中的存储手段,而且存储在其中的各种经过处理的监测数据,可以直接或间接为桥梁评估系统的评估和桥梁管理部门的决策提供依据。

桥梁健康监测数据库系统除了直接服务于监测系统,为桥梁的健康状况评估提供依据,监测数据库还存储了反映桥梁健康状况的结构参数的“历史”演变记录,如基础沉降、徐变等等。这些“历史”记录对于深入了解桥梁结构的质量演变规律,进而验证设计参数、改进设计施工方法、提高设计施工水平,具有极好的参考价值^[1]。

文中以某大型斜拉桥的长期健康监测数据库系统为例,具体分析其数据的特点,详细设计了系统中数据库,分析研究了运用ADO MD控件建立桥梁健康监测OLAP系统,通过JSP技术构造数据库远程管理系统,为桥梁长期健康监测系统的决策支持提供有效手段。

1 桥梁健康监测 OLAP 系统

1.1 OLAP 系统特点

OLAP能提供数据的多维概念视图(Multidimensional)^[2]。“维”是人们观察数据的特定角度。例如,

收稿日期:2007-03-07

基金项目:十五湖北省科技攻关计划重大项目(2004AA101A05)

作者简介:杨锦园(1970-),女,湖北黄石人,高级工程师,硕士,研究方向为数据处理、信息融合。

企业常常关心产品销售数据随地域推移而产生的变化情况,这时,它是从地理分布的角度来观察产品的销售,所以地理分布就是一个“维”。同理,时间也是一个维。“维”具有层次性,人们观察数据的某个特定的角度(即某个维)存在着细节程度不同的多个具有包含性的描述规则,每一种描述规则就称为这个“维”的一个层次。一个“维”往往具有多个层次。例如描述时间维时,可以按“日期”、“月份”、“季度”、“年”等不同规则来描述,那么“日期”、“月份”、“季度”、“年”等就是时间维的层次;同样桥梁的测点、截面、部位等构成了一个地理维的多个层次。数据的多维视图使最终用户能从多个角度、多层次地考察数据库中的数据,从而深入地理解包含在数据中的信息及其涵义。以多维视图的形式把数据提供给用户,既迎合了人的思维模式,又减少了混淆,同时降低了出现错误解释的可能性。

1.2 JSP 技术特点

通过需求分析,可以得到,桥梁健康监测系统中所监测到的数据是多种多样的,这些数据都要按需要存入数据库,用户按需求来读取,要尽可能做到简单直观,操作方便,为下一步的分析和应用打好基础,而许多大型桥梁又基本在比较偏僻或者离城市不是很远的地方,桥梁健康监测系统的技术专家不能只在一个地方并且时时刻刻守在监测现场,如果能设计一套数据库的远程管理系统,利用先进的数据库技术、通信网络技术,能够实现远程访问、修改,操作数据库,即使技术人员和技术专家与桥梁远隔千里,也能及时准确地了解到桥梁实时的情况,从而做出准确的判断。

根据这些特点,可以根据软件工程的知识,利用面向对象的设计方法来设计桥梁健康监测数据库系统,使软件适合于不同的桥梁,不同的操作系统,具有可移植性、灵活性、可重用性、安全性的等特点。根据这些想法,选用 JSP 和以面向对象的设计原则为指导,使用网络三层结构来进行软件的设计。

JSP 是一种基于 WEB 的应用程序的开发方法。它整合平衡了已经存在的对 Java 编程环境进行支持的技术和工具,使基于组件应用逻辑的页面设计的功能更加强大。通过使用 JSP 技术,可以将内容生成和页面显示的工作进行明确的分离。同时绝大多数 JSP 页面依赖于可重用的、跨平台的组件来执行应用程序所要求的更为复杂的处理工作。JSP 页面具有 Java 技术的所有好处,包括健壮的存储管理和安全性。作为 Java 平台的一部分,JSP 拥有 Java 编程语言“一次编写,各处运行”的特点。

1.3 桥梁健康监测 OLAP 系统结构

桥梁健康监测 OLAP 系统以测量数据库维数据

为基础,提供各种 OLAP 的决策支持分析手段。桥梁健康监测 OLAP 系统使用户从数据仓库中提出数据,进行各种决策支持分析,如对桥梁健康监测 OLAP 系统运行情况的跨截面和跨时间的多维分析。

系统的体系结构采用客户机/服务器(C/S)体系结构。系统对来自数据仓库的数据进行多维化或预综合处理,因此它不同于传统 OLTP 系统的两层客户机/服务器结构,是三层客户机/服务器结构^[3],如图 1 所示。

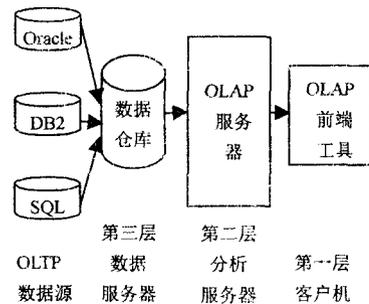


图 1 OLAP 系统体系结构图

其中第一层为客户机,实现最终用户功能,能够方便地浏览桥梁健康监测数据仓库中的数据,能够浏览和操作数据立方体,支持各种 OLAP 操作,如切片、切块、旋转、趋势分析、比较等处理。第二层为分析服务器,存储数据仓库中的综合数据,如桥梁各截面的月均应力分布等。第三层是基础服务器,存储数据仓库中的细节数据,如每秒、分钟的应变、温度值等,它来自于基层数据库。这种结构的优点在于将应用逻辑、GUI 及 DBMS 严格区分,复杂的应用逻辑不是分布于网络中的客户机上,而是集中存放在分析服务器上,由服务器提供高效的数据存取,以及分析预处理。

1.4 桥梁健康监测 OLAP 系统数据模型

由于桥梁健康监测数据系统中的数据存在数据量大,但是其数据结构简单,同时考虑到用户的管理需求,桥梁健康监测 OLAP 系统的数据模型利用 ROLAP 方式建立数据仓库模型^[4]。

以测点测量情况这一主题为例,选定与之相关的五个维度——时间维、地理维、测点维、荷载维、类别维,其星型模型如图 2 所示。

在图 2 中,中间方块表示测量情况(事实),四周共 5 个方块分别表示与之相关的信息(时间、测量位置、测点、荷载情况、类别——“维”)。每个维表有自己的属性,通过维关键字,将事实表和维表进行连接,就可以得到“星型结构”(star - scheme)的数据仓库模型。在星型结构中,各个维表描述的是同一问题相关的各个因素,而事实表是星型结构的核心,记录的是在这些因素限定下对问题量度的结果。比如,如果从时间维

角度考虑问题,得到的是各个时间段上测量情况,测量情况只同时间有关,而同其它因素没有关系;如果增加一个因素——地理,即同时从时间维和地理维角度考虑问题,得到的是各个时间段上各个截面测点的与时间和空间因素有关的测量情况,而同其它因素没有关系。事实表记录的就是这些因素限定下对问题的考察结果。

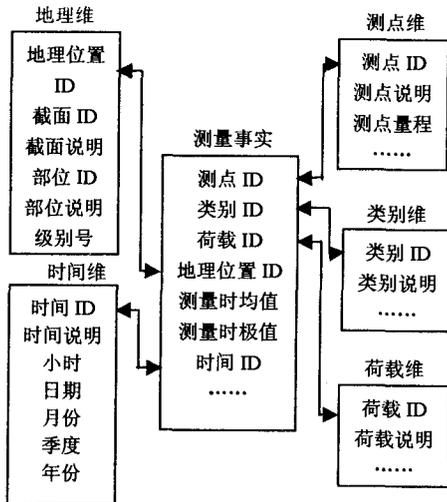


图 2 OLAP 数据仓库星型模型

使用星型模型使用户能提高查询的性能和便于安排各种复杂的查询。因为事实表中包括了主要的数据,所以只要扫描事实表就可以进行查询,而无需把多个庞大的表连接起来。同时,维表一般都很小,与事实表作连接时,其速度很快,大大提高了查询速度。另一方面,星型模型比较直观,方便使用者根据需要组合出各种查询,进而做出各种因素的关联分析,为桥梁的科学养护提供决策支持。

1.5 桥梁健康监测 OLAP 系统组件设计

在图 2 的 OLAP 星型模型的基础上,使用 ADO MD 的 ADO CONNECTION 对象连接数据仓库,成功创建连接对象后,便可以使用类别对象决定数据仓库中的数据结构^[5]。如使用 VB 实现,其代码如下:

```
Private Sub GetDWInfo_Click()
Dim lngCubeDefCounter As Long
Dim objCatalog As ADOMD.Catalog '建立 ADOMD 类别对象
Dim objConnection As ADODB.Connection 'ADOMD 连接对象
Set objCatalog = New ADOMD.Catalog
Set objConnection = New ADODB.Connection
objConnection.Open "Data Source = " & ComputerName & ":
Provider = MSOLAP;" '建立与名为 ComputerName 服务器的连接
Set objCatalog.ActiveConnection = objConnection
.....
.....
```

```
Set objConnection = Nothing
Set objCatalog = Nothing
End Sub
```

类别对象建立与数据仓库的联系后,当用户建立一个 MDX 查询,并用 ADO MD 大概一个数据集,数据集的结果回放入单元集对象中,使用户可以浏览数据仓库中的数据。

使用 VB 实现的代码如下:

```
Private Sub cmdMDX_Click()
Dim objConnection As ADODB.Connection
Dim objCellset As ADOMD.Cellset '建立 ADOMD 单元对象,存储数据
Set objCellset = New ADOMD.Cellset
Set objConnection = New ADODB.Connection
objConnection.Open "Data Source = " & ComputerName & ":
Provider = MSOLAP;" '建立与名为 ComputerName 服务器的连接
Set objCellset.ActiveConnection = objConnection
objCellset.Open StrMDXQuery.Text '打开 MDX 查询
.....
.....
Set objConnection = Nothing
Set objCellset = Nothing
End Sub
```

1.6 数据库远程管理系统设计

通过 JDBC 与 SQLserver 的连接。在 Java 语言中的 JDBC API 主要用来连接数据库和直接调用 SQL 命令执行各种 SQL 语言,使用 JDBC API 可以很容易地把 SQL 语句传到任何关系型的数据库中,利用 JDBC API 可以执行一般的 SQL 语句、动态 SQL 语句已经带 IN 和 OUT 参数的存储过程。

利用 java.sql 包操作数据库。通过 SQL 中的 SELECT 语句获取以及有条件地获取存在于数据库中的信息,在 Java 语言中应用 JDBC API 的 Statement 接口的 executeQuery(String sql) 方法向数据库管理系统发送 SQL 命令,并获取数据库记录。

从数据库中获得查询结果(数据)后,为了便于显示,常常需要重新整理和重新排列数据,java.util 包中的 Vector 类为此提供了方便,当需要获取数据库中各个表的名称并使用多个窗口同时显示这些表中记录的数据,就要使用 java.aql.DatabaseMetaData 接口获取数据库的各种信息。

在实际数据库应用中,需要捕捉应用程序中访问数据库产生的各种异常,从而监控数据库状态,并更好地改进数据库应用程序。因此需要用到 java.sql 包中的 SQLException 类,来实现对数据库访问过程中产生的异常进行捕捉。

2 桥梁健康监测数据库系统设计

系统通过三层客户机/服务器结构实现。系统从基层的 OLTP 数据库采集到桥梁健康监测数据仓库里。OLAP 服务器从数据仓库中抽取数据,提供给客户端使用,桥梁管理部门的相关人员利用前端 PC 机上的管理软件,通过局域网访问数据仓库上的数据。

系统利用 SQL Server2000 数据库系统建立数据仓库,用 Windows2000 Server/Windows Server 2003 组建和管理局域网,并以 Windows2000 Server/Windows Server 2003 作为 OLAP 服务器的工作平台。采用 VB 开发应用程序,利用 ADO MD 进行数据连接,并利用 OLAP 服务器所提供的功能,尽可能使数据访问本地化,以提高响应速度。

系统实现的软件平台

(1)操作系统:Microsoft Windows 2000。

(2)数据库系统:Microsoft SQL Server 2000。

(3)Web 服务器:采用 Apache 的 Tomcat。

(4)开发平台:JBuliderX。JBuliderX 是 Java 语言的可视化开发平台,将实现程序的主要框架和建立与数据库的连接。

3 结论

根据桥梁健康监测数据采集系统中传感器类型复

(上接第 212 页)

①它的初值大小将决定监考教师的监考次数的相对多少,初值大的,排序在前,被安排的概率就大,在实际操作中,可将年龄大的教师其初值设置小一点,以减轻老教师的工作量,另外个别教师由于某种原因需减少监考次数,可将其初值设置小一点便可实现;

②通过对监考权重系数减 1 操作,使得某个时间片中刚被安排过的监考教师在下一个时间片的安排中将排在了监考教师表中的后面,因而降低了被安排的可能性,从而在很大程度上保证了监考教师不连续参加两个时间片的监考;

③在每个时间片的监考教师安排时必须首先按监考权重系数的值由大到小排序,否则将起不到应有的效果。时间匹配串字段的引入使得有特殊原因的教师可以不参加某个特定时间片的监考,从而使得考试安排工作具有很强的灵活性。

3 结论

自动排考算法是决定考试安排工作合理性的关键,文中所述算法既充分考虑了高校考试安排工作中

杂、组合多的特点,建立监测数据的分析与管理系统的,选择以 SQL Server2000 为基础平台,在联机在线分析的基础上,建立桥梁长期健康监测数据仓库。分析了数据仓库用户需求、概念模型、逻辑模型和物理模型,在此基础上,研究实现具有灵活性、可重用性的桥梁健康监测数据分析与管理系统的。根据面向对象软件设计原则,探讨和实现了网络三层结构的数据库远程管理系统,具有灵活性、可扩展性,可以利用 Internet 的优势,实现随时随地查看桥梁健康监测数据,可以在不同的桥梁健康监测系统中实现重用,基本上达到了设计的目的。

参考文献:

- [1] Thomsen E, Spofford G. Microsoft OLAP 解决方案[M]. 北京:人民邮电出版社,2000.
- [2] Inmon W H. Building The Data Warehouse[M]. 北京:机械工业出版社,2000.
- [3] 王 珊. 数据仓库技术与联机分析处理[M]. 北京:北京科学出版社,1998.
- [4] 沈兆阳. SQL Server 2000 OLAP 解决方案 - 数据仓库与分析服务[M]. 北京:清华大学出版社,2001.
- [5] Bjeletich S, Mable G. Microsoft SQL Server 7.0 开发指南[M]. 北京:清华大学出版社,2000.

的多方面的实际要求,也体现了“以人为本”的教学管理理念,如监考教师安排算法中引入了监考权重系数和时间匹配串字段后,能使管理者从监考教师的角度灵活安排监考工作。实践应用表明,此算法较好地满足了高校组织考试的工作要求,效果良好,具有一定的实际应用价值。

参考文献:

- [1] 胡世清,葛幸平. 高校自动排考软件的优化设计[J]. 教育信息化,2001(3):34-36.
- [2] 马慧彬,张忠武,何丽丽. 智能型考试安排系统的监考及教室安排算法[J]. 佳木斯大学学报:自然科学版,2004,22(1):74-76.
- [3] 朱书尚,曹世勇,邹潇排. 排考问题的数学模型及算法[J]. 系统工程,1999,17(2):62-65.
- [4] 徐 欣,陆 阳,金 红. 考试排位系统[J]. 电子科技大学学报,2003,32(6):714-717.
- [5] 严蔚敏,吴伟民. 数据结构[M]. 北京:清华大学出版社,1997:195-198.